

بسمه تعالی



دانشکده برق و کامپیوتر
دانشگاه صنعتی اصفهان

تشخیص خودروها و بزرگراه ها در تصاویر ماهواره ای

گزارش پروژه درس بینائی ماشین

مدرس: آقای دکتر مازیار پالهنک

ارائه دهنده: نرجس خاتون حبیبی

تابستان ۸۶

فهرست مطالب

فهرست تصاویر	۳
۱- مقدمه	۴
۱-۱- مروری بر تحقیقات انجام شده قبلی	۴
۲-۱- رویکرد پروژه	۶
۲- تشخیص بزرگراه	۶
۱-۲- مبنای روش: تحلیل هیستوگرام	۶
۲-۲- الگوریتم پیشنهادی	۸
۱-۲-۲- آستانه گذاری	۸
۲-۲-۲- عملیات شکل شناختی	۹
۳-۲- نتایج تجربی	۱۲
۳- تشخیص خودرو	۱۵
۱-۳- الگوریتم پیشنهادی	۱۵
۱-۱-۳- آستانه اتسو	۱۵
۲-۱-۳- تشخیص خودروهای روشن	۱۶
۳-۱-۳- تشخیص خودروهای تیره	۱۷
۲-۳- نتایج تجربی	۱۸
۴- نتیجه گیری	۲۲
مراجع	۲۳

فهرست تصاویر

- شکل ۱) یک تصویر نمونه ۷
- شکل ۲) هیستوگرام شکل ۱ ۷
- شکل ۳) یک تصویر نمونه ۸
- شکل ۴) تصویر حاصل از آستانه‌گذاری شکل ۳ ۹
- شکل ۵) تصویر حاصل از اعمال عملگر تمیز کردن به شکل ۴ ۱۰
- شکل ۶) تصویر حاصل از اعمال عملگر اکثریت به شکل ۵ ۱۰
- شکل ۷) تصویر حاصل از اعمال عملگر پر کردن به شکل ۶ ۱۱
- شکل ۸) تصویر حاصل از اعمال عملگر فرسایش به شکل ۷ ۱۱
- شکل ۹) تصویر مکمل شکل ۸ ۱۱
- شکل ۱۰) نرم افزار تشخیص بزرگراه ۱۲
- شکل ۱۱) تصویری از یک بزرگراه در بغداد ۱۳
- شکل ۱۲) تصویر حاصل از اجرای الگوریتم تشخیص بزرگراه بر روی شکل ۱۱ ۱۳
- شکل ۱۳) بزرگراهی در Twin Cities ۱۳
- شکل ۱۴) تصویر حاصل از اجرای الگوریتم تشخیص بزرگراه بر روی شکل ۱۳ ۱۴
- شکل ۱۵) یک تصویر نمونه ۱۶
- شکل ۱۶) آستانه‌گذاری شکل ۱۵ بدون اعمال صافی (تشخیص خودروهای روشن) ۱۶
- شکل ۱۷) آستانه‌گذاری شکل ۱۵ پس از اعمال صافی (تشخیص خودروهای روشن) ۱۷
- شکل ۱۸) یک تصویر نمونه ۱۷
- شکل ۱۹) تشخیص خودروهای تیره در شکل ۱۸ بدون اعمال صافی ۱۸
- شکل ۲۰) تشخیص خودروهای تیره در شکل ۱۸ پس از اعمال صافی ۱۸
- شکل ۲۱) تشخیص نهائی خودروهای شکل ۱۸: ترکیب نتایج تشخیص خودروهای روشن و تیره ۱۸
- شکل ۲۲) نرم افزار تشخیص خودرو ۱۹
- شکل ۲۳) تصویری با چهار خودرو و یک علامت جاده ۱۹
- شکل ۲۴) نتیجه اعمال الگوریتم تشخیص خودرو بر روی شکل ۲۳ ۱۹
- شکل ۲۵) تصویری با دوازده خودرو ۲۰
- شکل ۲۶) نتیجه اعمال الگوریتم تشخیص خودرو بر روی شکل ۲۵ ۲۰
- شکل ۲۷) تصویری با سیزده خودرو. خودروها نزدیک به یکدیگر واقع شده‌اند. ۲۰
- شکل ۲۸) نتیجه اعمال الگوریتم تشخیص خودرو بر روی شکل ۲۷ ۲۰

۱- مقدمه

عکس برداری هوایی، گرفتن تصاویر با دوربینی است که بر روی یک بالن، هلی کوپتر، کایت، ماهواره و وسایل مشابه دیگر قرار دارد. استفاده از تصاویر هوایی برای مقاصد نظامی در طی جنگ جهانی اول گسترش پیدا کرد.

بسته به منطقه عکس برداری اشیا متفاوتی در یک تصویر هوایی وجود دارد. به عنوان مثال در مناطق شهری جاده، ساختمان، انسان ها، خودروها و ... در یک تصویر می تواند وجود داشته باشند.

ماهواره ها نسبت به روش های قدیمی جمع آوری تصویر، قادر به تامین حجم بیشتری از داده ها و به دست آوردن اطلاعات در نواحی ای که دستیابی به آن ها مشکل است، هستند. تصاویر ماهواره ای در زمینه های بسیاری کاربرد یافته که یکی از آن ها حمل و نقل^۱ است. سیستم های حمل و نقل، امروزه بایستی از چنین داده های سودمندی در جهت ایجاد روش های نوین طرح ریزی و عملیات بهره ببرند.

تشخیص اتومبیل در تصاویر هوایی، کاربردهای متفاوتی دارد. مهمترین کاربرد آن در کنترل ترافیک است. داده های ترافیکی در سیستم های اطلاعاتی ترافیک، جهت خودکار نمودن مدیریت ترافیک با سیستم های کنترلی هوشمند و سیستم های هدایت ترافیکی به کار می روند. به علاوه از این داده ها می توان در جمع آوری اطلاعات آماری، برای طرح ریزی شهری - به عنوان مثال طرح ریزی جاده ها، تخمین و شبیه سازی آلودگی هوا و آلودگی صوتی - بهره برد. از کاربردهای دیگر، استفاده های نظامی، تشخیص جاده ها و استخراج داده های جغرافیائی برای سیستم های GIS را می توان نام برد.

هدف این پروژه، پیاده سازی و ارزیابی چندین روش برای تشخیص خودروها و بزرگراه ها در تصاویر ماهواره ای با دقت بالا^۲ است.

۱-۱- مروری بر تحقیقات انجام شده قبلی

براساس روش های تصویربرداری، حسگرهای به کار گرفته شده و دقت تصاویر، روش های متفاوتی برای تشخیص خودروها در تصاویر هوایی ابداع شده است. این روش ها از مدل های صریح و یا غیر صریح خودرو استفاده می کنند.

¹ Transportation

² High Resolution

روش های مبتنی بر مدل غیرصریح، از تصاویر نمونه برای استخراج ویژگی های بافت یا سطح خاکستری و آمار آن ها در قالب بردارهایی استفاده می کنند. این بردارها به عنوان مرجع برای بررسی ویژگی های محاسبه شده در تصاویر آزمون به کار می روند. چون این گونه طبقه بندی از تصاویر نمونه استفاده می کند، نتایج به نحوه انتخاب آن ها بسیار وابسته است.

روش هایی که از مدل صریح استفاده می کنند، خودرو را به صورت دوبعدی یا سه بعدی توصیف می نمایند. سپس این مدل به صورت بالا به پائین به تصویر منطبق می شود و یا ویژگی های استخراج شده از تصویر به صورت پائین به بالا، برای ایجاد ساختارهایی مشابه با مدل گروه بندی می شوند.

روش مبتنی بر مدل صریح نتایج بهتری نسبت به مدل غیرصریح ایجاد می کند، اما اعمال آن به تصاویر ماهواره ای مشکل است، زیرا خودروها در این تصاویر بدون ساختار واضح ظاهر می شوند [1]. در ادامه چند روش که از مدل صریح استفاده می کنند، معرفی می شود.

در [3] مساله تشخیص، سه بعدی در نظر گرفته شده و از زاویه دوربین و نورپردازی برای پیش بینی وضعیت سایه استفاده می کند. ویژگی های استخراج شده مرز اتومبیل، مرز شیشه جلو، مرز بیرونی سایه و چگالی آن است که به وسیله شبکه بیز با یکدیگر ترکیب می شوند.

در [4] اتومبیل ها به صورت مستطیلی که اندازه آن در بازه ای تغییر می کند، مدل می شوند. عملگر تشخیص لبه کنی اعمال می شود و از تبدیل هاف و یا کانولوشن با نقاب های لبه، برای استخراج چهار ضلع مستطیل استفاده می گردد.

در [5] میانگین سطح خاکستری و میانگین گرادیان داخل و بیرون به عنوان ویژگی در نظر گرفته می شوند.

در [6] ابتدا با استفاده از تبدیل Haar Wavelet، تصویر از فضای پیکسل ها به مجموعه ای از ضرایب تبدیل می شود. سپس از روش یادگیری ماشین بردار پشتیبان¹ استفاده می نماید.

در سیستم های تشخیص، مشخصات داده هایی که از ماهواره ها به دست می آیند و محدودیت های آن ها باید مد نظر قرار گیرند. برای کاربردهای حمل و نقل، به ویژه ترافیک، دقت فضائی و زمانی دو پارامتر مهم هستند. در [7]، [8]، [9] و [10] دقت

¹ Support Vector Machine

فضائی^۱ و زمانی^۲ لازم برای تشخیص خصوصیات نواحی شهری در تصاویر هوایی بررسی شده است. بر طبق این مقالات، در کاربردهای ترافیک مانند شمارش، تشخیص سرعت و ازدحام، دقت فضائی از مرتبه ۰،۲۵-۱ متر ضروری است. طبق [11] حداقل دقت فضائی ۲ متر برای تشخیص خودرو بر روی جاده آسفالت مورد نیاز می‌باشد.

۱-۲- رویکرد پروژه

در این پروژه ابتدا پایگاه داده‌ای از تصاویر ماهواره‌ای موجود در مقالات ایجاد شده است. اغلب این تصاویر توسط ماهواره IKONOS گرفته شده‌اند. سپس روشی برای تشخیص بزرگراه‌ها و در پایان روشی برای تشخیص خودروها در جاده پیاده‌سازی شده است. این روش‌ها مبتنی بر مدل غیرصریح هستند. در ادامه جزئیات هر مرحله شرح داده می‌شود.

۲- تشخیص بزرگراه

برای تشخیص بزرگراه‌ها در تصاویر، از روش آستانه‌گذاری و بخش‌بندی استفاده می‌شود. ابتدا مقدار آستانه مناسب محاسبه شده، سپس براساس آن بخش‌بندی بر روی تصویر انجام می‌شود. برای محاسبه آستانه مناسب، چندین مساله باید در نظر گرفته شود، مانند شرایط نورپردازی، آسفالت‌های متفاوت، وجود اشیائی چون گیاهان، ساختمان‌ها، علائم راهنمایی و رانندگی.

۲-۱- مبنای روش: تحلیل هیستوگرام

الگوریتم، بر مبنای آستانه‌گذاری سراسری عمل می‌کند. برای یافتن آستانه مناسب، هیستوگرام تصاویر مختلفی که شامل بزرگراه‌ها و خودروها هستند، تحلیل شده است. هیستوگرام‌ها را می‌توان به چهار ناحیه اصلی تقسیم نمود:

- ناحیه ۱: از کمترین مقدار سطح خاکستری تا میانه مقدار میانگین سطح خاکستری تصویر، شامل اشیای تیره مانند خودروهای تیره و سایه‌ها.
- ناحیه ۲: از میانه مقدار میانگین سطح خاکستری تصویر تا مقدار میانگین، شامل اشیای نسبتاً تیره مانند بزرگراه‌ها و درختان.

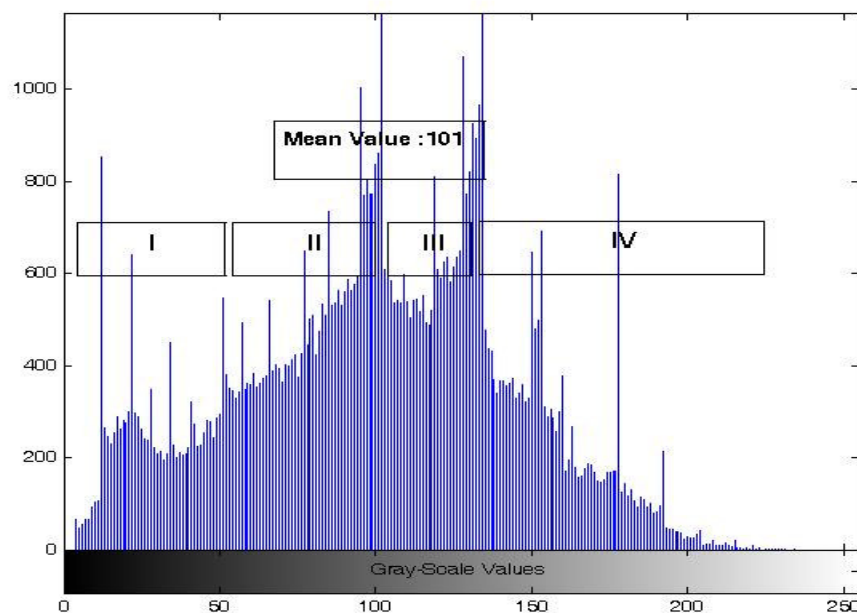
¹ Spatial Resolution

² Temporal Resolution

- ناحیه ۳: از مقدار میانگین تا میانه بیشترین سطح خاکستری، شامل اشیا روشن مانند ساختمان ها، علائم و رودخانه ها.
- ناحیه ۴: از میانه بیشترین سطح خاکستری تصویر تا بیشترین سطح خاکستری، شامل اشیا کاملاً روشن، مانند خودروهای روشن و علائم جاده. در زیر یک تصویر نمونه و هیستوگرام آن نمایش داده شده است.



شکل ۱) یک تصویر نمونه



شکل ۲) هیستوگرام شکل ۱

براساس این تحلیل، می توان آستانه مناسب را تعیین نمود.

۲-۲- الگوریتم پیشنهادی

در الگوریتم پیشنهادی دو مرحله پردازش بر روی تصویر انجام می شود. ابتدا با استفاده از آستانه مناسب، تصویر اصلی به یک تصویر دوتایی تبدیل می شود. سپس چند عملگر شکل شناختی برای بهبود نتیجه به آن اعمال می گردد.

۲-۲-۱- آستانه گذاری

با تحلیل تصاویر، مشاهده می شود که بازه چگالی اغلب بزرگراه ها، شامل مقداری کمتر از مقدار میانگین تصویر است. در روش پیشنهادی، مقدار میانگین چگالی هر سطر تصویر I در بردار AI قرار می گیرد. مقدار آستانه مورد نظر، کمینه مقدار موجود در بردار AI در نظر گرفته می شود.

• برای هر سطر i در تصویر I انجام بده:

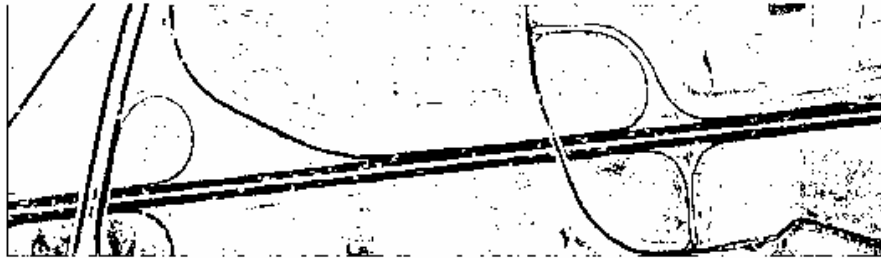
• $AI[i] =$ میانگین مقادیر سطر iام

• $T = \min(AI)$

سپس با استفاده از T، تصویر A، تبدیل به تصویر دوتایی AT می شود. در تصویر AT، پیکسل هائی که سطح خاکستری آن ها کمتر یا مساوی T است، به ۰ و پیکسل هائی که سطح خاکستری آن ها بیشتر از T است، به ۲۵۵ مقداردهی می شوند. در زیر یک تصویر و تصویر آستانه گذاری شده آن مشاهده می شود.



شکل ۳) یک تصویر نمونه

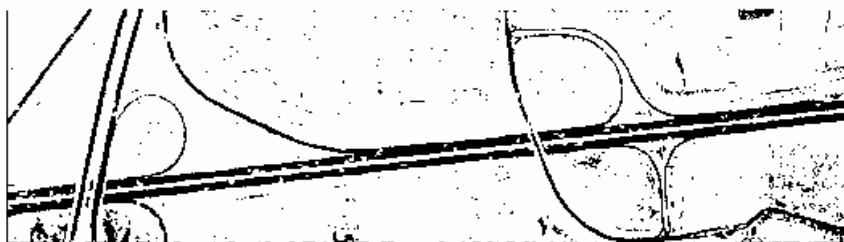


شکل ۴) تصویر حاصل از آستانه گذاری شکل ۳

۲-۲-۲- عملیات شکل شناختی

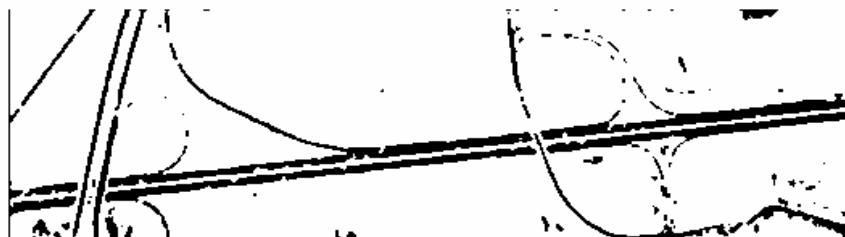
به این دلیل که در TI، پیکسل هائی که مقدار کمتر از T دارند به ۰ مقداردهی می شوند، احتمال تشخیص سایه ها، خودروهای تیره، درختان و ... که مقداری کمتر از T دارند، وجود دارد. در شکل ۴ مشاهده می شود که علاوه بر بزرگراه، تعدادی پیکسل منفرد^۱، متناظر با موارد ذکر شده، وجود دارند. به علاوه به دلیل وجود اشیائی چون اتومبیل های روشن و علائم جاده بر روی بزرگراه، ناپیوستگی هائی بر روی آن در تصویر دوتائی به وجود می آید. به منظور حداقل کردن موارد نامطلوب، چهار عملگر شکل شناختی به تصویر دوتائی اعمال می شوند: تمیز کردن^۲، اکثریت^۳، پر کردن^۴ و فرسایش^۵. این عملگرها یکی پس از دیگری و بر روی نتیجه عملگر قبلی خود اعمال می شوند. عملگر تمیز کردن پیکسل های منفرد (پیکسل ۱ ای که همسایه های آن ۰ باشند) را حذف می کند. نتیجه اعمال عملگر تمیز کردن به TI، تصویر CleanedTI است که در آن بعضی از ناپیوستگی های بزرگراه از بین رفته است.

¹ Isolated
² Clean
³ Majority
⁴ Fill
⁵ Erode



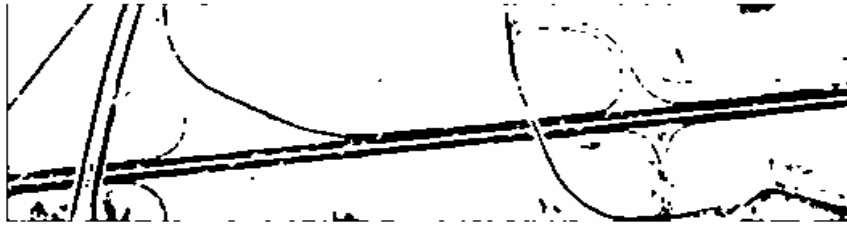
شکل ۵) تصویر حاصل از اعمال عملگر تمیز کردن به شکل ۴

عملگر اکثریت یک پیکسل را به ۱ مقداردهی می کند، اگر ۵ و یا بیش از ۵ عدد از پیکسل های همسایه، در همسایگی ۳ در ۳ آن، ۱ باشند. در غیر این صورت، پیکسل ۰ می شود. نتیجه اعمال عملگر اکثریت به CleanedTI، تصویر MajoredCleanedTI است که در آن تعداد زیادی از پیکسل های سیاه منفرد و برخی دیگر از ناپیوستگی های بزرگراه از بین رفته است.



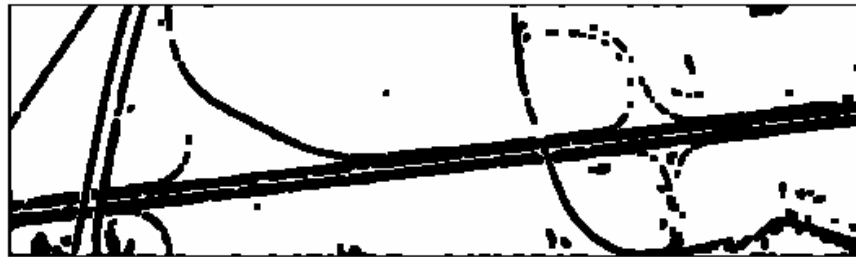
شکل ۶) تصویر حاصل از اعمال عملگر اکثریت به شکل ۵

عملگر پر کردن پیکسل های داخلی (پیکسل ۰ ای که تمام همسایه های آن ۱ هستند) را به ۱ مقداردهی می کند. نتیجه اعمال عملگر پر کردن به MajoredCleanedTI، تصویر FilledMajoredCleanedTI است که برخی دیگر از پیکسل های سیاه منفرد، در آن حذف شده است.



شکل ۶) تصویر حاصل از اعمال عملگر پر کردن به شکل ۶

عملگر فرسایش، با استفاده از ماتریس 3×3 که تمام عناصر آن یک است، به عنوان عنصر ساختاری، تصویر را فرسایش می دهد. نتیجه تصویر `EFilledMajoredCleandTI` است.



شکل ۷) تصویر حاصل از اعمال عملگر فرسایش به شکل ۶

نهایتاً مکمل تصویر به دست آمده در مرحله قبلی، به عنوان تشخیص نهائی در نظر گرفته می شود.

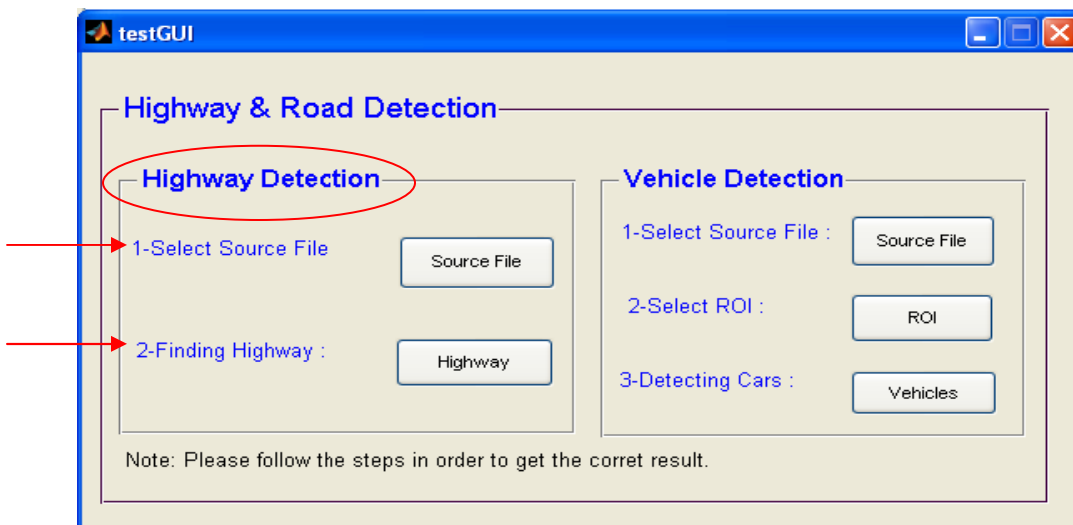


شکل ۸) تصویر مکمل شکل ۷

نواحی وسیعی ای که توسط گیاهان، با مقدار خاکستری در بازه بزرگراه، پوشانده شده اند، در تصویر نهائی حذف نخواهند شد. این مشکل به دلیل محدودیت عملگرهای شکل شناختی به همسایگی ۳در۳ است. اگر اندازه همسایگی افزایش یابد، احتمال از دست رفتن بخش هائی از بزرگراه وجود دارد. در نتیجه در تشخیص بر روی چنین تصاویری، همواره خطا وجود خواهد داشت.

۳-۲- نتایج تجربی

در این پروژه، الگوریتم تشخیص بزرگراه و خودروها، به وسیله نرم افزار MATLAB R2007a پیاده سازی شده است. در محیط MATLAB برای آغاز برنامه پیاده سازی شده، فایل testGUI.fig باید اجرا شود. برای پردازش یک تصویر دلخواه، ابتدا بایستی آدرس فایل ورودی در قسمت Highway Detection>Select Source File انتخاب شود. بعد از انتخاب فایل، تصویر اصلی در پنجره ای نمایش داده می شود. سپس در بخش Highway Detection>Finding Highway پردازش بر روی تصویر اعمال می گردد. نتیجه هر مرحله در پنجره ای جداگانه نمایش داده می شود. در تصویر نهائی، بزرگراه با رنگ سفید و پیش زمینه با رنگ سیاه مشخص می شود. (شکل ۱۰)



شکل ۱۰) نرم افزار تشخیص بزرگراه

در این بخش نتیجه اعمال روش پیشنهادی به دو تصویر نمایش داده شده است.



شکل ۱۱) تصویری از یک بزرگراه در بغداد



شکل ۱۲) تصویر حاصل از اجرای الگوریتم تشخیص بزرگراه بر روی شکل ۱۱

همان طور که مشاهده می شود، مسیر بزرگراه در شکل ۱۱ ، کاملاً تشخیص داده شده، اما چند ناحیه متناظر با گیاهان، که تیره رنگ هستند نیز به عنوان بزرگراه علامت گذاری شده اند (false alarm).



شکل ۱۳) بزرگراهی در Twin Cities



شکل ۱۴) تصویر حاصل از اجرای الگوریتم تشخیص بزرگراه بر روی شکل ۱۳

مشابه تصویر قبل، در این تصویر نیز بخش هائی تیره رنگ به اشتباه، به عنوان بزرگراه علامت گذاری شده اند. به علاوه، به دلیل روشن تر بودن قسمت سمت راست بزرگراه، این بخش ها به طور کامل تشخیص داده نشده اند. لازم به ذکر است که روش دیگری نیز برای محاسبه آستانه پیاده سازی شد. در این روش، آستانه به صورت زیر تعریف می شود:

$$(Average-Intensity / 2) < T < (Average-Intensity)$$

در بیشتر موارد این روش نتیجه بدتری نسبت به روش اصلی تولید نمود و بنابراین از آن صرف نظر گردید.

روش پیشنهادی بزرگراه هائی را که به صورت افقی و یا عمودی در تصویر قرار گرفته اند، با دقت بیشتر تشخیص می دهد. به عنوان کار آینده و بهبود روش فعلی می توان جهت بزرگراه را - جهت مورد نظر^۱ - در تصویر اصلی تشخیص داد و تصویر را به گونه ای چرخاند که بزرگراه به طور افقی یا عمودی واقع شود.

^۱ Direction Of Interest (DOI)

۳- تشخیص خودرو

برای تشخیص خودروها، مشابه قسمت قبل، از روش آستانه گذاری و بخش بندی تصویر استفاده می شود. به علت تمرکز کار بر روی تصاویری از جاده ها و بزرگراه ها، به جای صحنه های پیچیده شهری^۱، از روش ساده تر مبتنی بر مدل غیرصریح خودرو استفاده می شود.

۳-۱- الگوریتم پیشنهادی

الگوریتم پیشنهادی دو بخش اصلی دارد. در بخش اول بعد از پیش پردازش تصویر، توسط روش انتخاب آستانه اتسو^۲، خودروهای روشن تشخیص داده می شوند. در بخش دوم به طور مشابه، پیش پردازشی دیگر بر روی تصویر انجام شده و توسط آستانه اتسو خودروهای تیره علامت گذاری می شوند. در پایان نتایج دو بخش ترکیب می گردند.

۳-۱-۱- آستانه اتسو

الگوریتم اتسو یا الگوریتم تک منظوره^۳، در بینائی ماشین و پردازش تصویر به منظور آستانه گذاری تصاویر استفاده می شود. الگوریتم فرض می کند که هیستوگرام تصویر دونمایه^۴ است و آستانه بهینه ای که دو کلاس را از یکدیگر جدا می کند، می یابد. اتسو، واریانس درون کلاسی^۵ را که توسط معادله زیر تعریف می شود، کاهش و یا به عبارتی دیگر، واریانس بین کلاسی^۶ را افزایش می دهد:

$$\sigma(t) = q_1(t)\sigma_1(t) + q_2(t)\sigma_2(t)$$

در این معادله، $\sigma_i(t)$ و $q_i(t)$ واریانس و احتمال کلاس i ام است که با آستانه t از کلاس دیگر جدا شده است. اتسو، تمام مقادیر در بازه ۰-۲۵۵ را آزمایش نموده و مقداری که معادله فوق را کمینه کند، به عنوان آستانه برمی گزیند.

¹ Urban

² Otsu Threshold

³ Ad-hoc Algorithm

⁴ Bimodal

⁵ Within Class Variance

⁶ Between Class Variance

۳-۱-۲- تشخیص خودروهای روشن

در این بخش از روش انتخاب آستانه اتسو استفاده می شود. به علت این که بعضی علائم جاده، مقدار سطح خاکستری در بازه خودروهای روشن دارند، به اشتباه به عنوان خودرو علامت گذاری می شوند. برای کاهش خطا، ابتدا یک صافی بر روی تصویر اعمال می شود. به این صورت که به هر پیکسل، بیشینه مقدار سطح خاکستری در همسایگی ۳در۳ آن نسبت داده می شود. با اعمال این صافی، پیکسل های روشن متناظر با اشیا بزرگ مانند خودروها، روشن تر شده، اما پیکسل های روشن متناظر با اشیا کوچک تر مانند علائم جاده تقریباً ثابت می مانند.

بعد از این مرحله، آستانه اتسو محاسبه شده و تصویر اصلی توسط آن تبدیل به یک تصویر دودوئی سیاه و سفید می شود. تصاویر زیر، یک تصویر نمونه به همراه نتیجه آستانه گذاری بدون اعمال صافی و با اعمال آن را نشان می دهند.



شکل ۱۵) یک تصویر نمونه



شکل ۱۶) آستانه گذاری شکل ۱۵ بدون اعمال صافی (تشخیص خودروهای روشن)



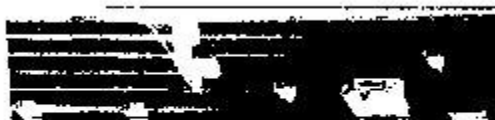
شکل ۱۷) آستانه گذاری شکل ۱۵ پس از اعمال صافی (تشخیص خودروهای روشن)

۳-۱-۳- تشخیص خودروهای تیره

برای تشخیص خودروهای تیره رنگ، مشابه قسمت قبل، ابتدا یک صافی بر روی تصویر اعمال می شود. صافی به این صورت عمل می کند که به هر پیکسل، کمینه مقدار سطح خاکستری موجود در همسایگی ۳در۳ آن را نسبت می دهد. در اثر اعمال صافی، خودروهای تیره نسبت به پیش زمینه تیره تر می شوند. سپس توسط آستانه اتسو، تصویر اصلی تبدیل به یک تصویر دودوئی می شود. در تصویر به دست آمده، خودروهای تیره سیاه رنگ و پیش زمینه سفید است. در نتیجه لازم است که مکمل تصویر به دست آید. در پایان نتیجه تشخیص خودروهای روشن و تیره با یکدیگر ترکیب می شود. توجه به این مورد لازم است که در بیشتر موارد، هنگامی که یک خودرو روشن، سایه ای در کنار خود دارد، در مرحله اول خودرو تشخیص داده می شود و سایه آن نیز در مرحله دوم تشخیص داده می شود. اما به دلیل مجاورت خودرو با سایه اش، پس از ترکیب نهائی، خودرو با سایه اش ادغام شده و مشکلی در تشخیص پیش نخواهد آمد. در تصاویر زیر یک تصویر نمونه، نتیجه آستانه گذاری بدون اعمال فیلتر، نتیجه آستانه گذاری پس از اعمال فیلتر و ترکیب دو مرحله تشخیص خودروهای تیره و روشن نمایش داده شده است.



شکل ۱۸) یک تصویر نمونه



شکل ۱۹) تشخیص خودروهای تیره در شکل ۱۸ بدون اعمال صافی



شکل ۲۰) تشخیص خودروهای تیره در شکل ۱۸ پس از اعمال صافی

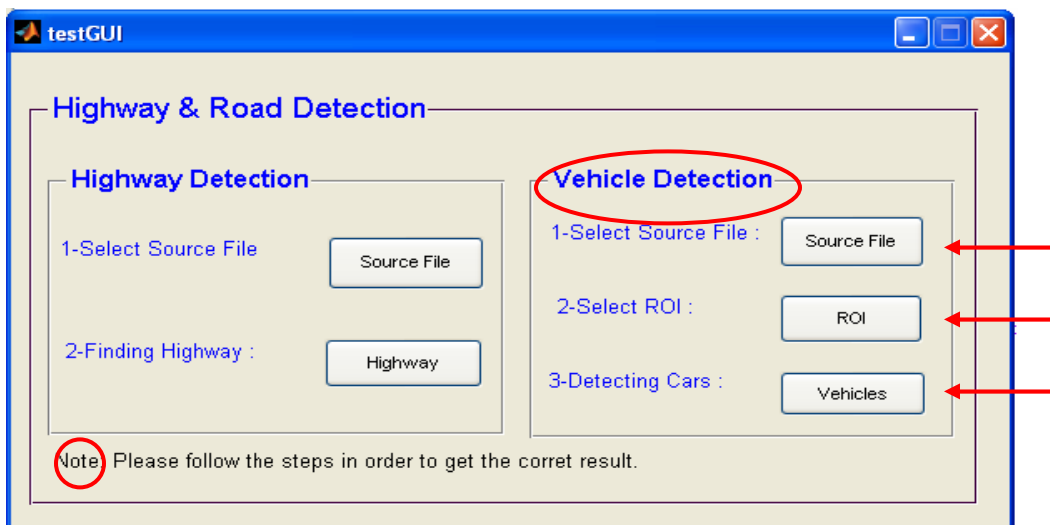


شکل ۲۱) تشخیص نهائی خودروهای شکل ۱۸: ترکیب نتایج تشخیص خودروهای روشن و تیره

۳-۲- نتایج تجربی

برای تشخیص خودرو در یک تصویر، در نرم افزار پیاده سازی شده، ابتدا بایستی در قسمت `Vehicle Detection>Select Source File` مسیر فایل تصویر وارد شود. سپس در قسمت `Vehicle Detection>Select ROI` کاربر باید ناحیه مورد علاقه^۱ را در تصویر اصلی مشخص نماید (ناحیه مورد علاقه ناحیه ای در تصویر است که اشیا نامرتبط کمتری مانند گیاهان، علائم جاده، ... در آن وجود دارد). پردازش بر روی ناحیه مورد علاقه، به جای کل تصویر، نتایج بهتری تولید می کند. نهایتاً در قسمت `Detecting Cars` پردازش آغاز شده و نتایج هر مرحله در پنجره ای جداگانه نمایش داده می شود. (شکل ۲۲)

^۱ Region Of Interest (ROI)



شکل ۲۲) نرم افزار تشخیص خودرو

در این قسمت چند تصویر نمونه به همراه نتیجه اعمال الگوریتم تشخیص خودرو بر روی آن ها نمایش داده شده است.



شکل ۲۳) تصویری با چهار خودرو و یک علامت جاده



شکل ۲۴) نتیجه اعمال الگوریتم تشخیص خودرو بر روی شکل ۲۳



شکل ۲۵) تصویری با دوازده خودرو



شکل ۲۶) نتیجه اعمال الگوریتم تشخیص خودرو بر روی شکل ۲۵



شکل ۲۷) تصویری با سیزده خودرو. خودروها نزدیک به یکدیگر واقع شده اند.



شکل ۲۸) نتیجه اعمال الگوریتم تشخیص خودرو بر روی شکل ۲۷

بعد از به دست آمدن تصویر نهائی، تعداد اجزای متصل (متصل ۸) موجود، به عنوان تعداد خودروها در پنجره فرمان MATLAB اعلام می شود. به دلیل ادغام

خودروهای مجاور با کناره تصویر (در صورت وجود)، با کناره، امکان خطا در شمارش وجود دارد.

برای تشخیص خودروهای روشن، روش دومی نیز پیاده سازی گردید. در این روش آستانه T به صورت زیر تعریف می شود:

$$V = [\max(\text{row } 1) , \max(\text{row } 2) , \dots , \max(\text{row } n)]$$

$$T1 = \text{Average } (V)$$

$$T2 = \text{Min } (V)$$

$$T = (T1 + T2) / 2$$

با آزمایش مشخص شد که روش استو آستانه مناسب تری نسبت به روش مذکور تولید می کند، در نتیجه روش استو انتخاب شد.

در مواردی که چند خودرو بسیار نزدیک به یکدیگر قرار گرفته باشند، این امکان وجود دارد که خودروها با هم ادغام شده و به عنوان یک خودرو علامت گذاری گردند و در نتیجه خطا رخ دهد. (شکل ۲۸)

وجود اشیا تیره رنگ نامرتبط در تصویر، مانند گیاهان، می تواند منجر به خطا در تشخیص شود، زیرا این اشیا به عنوان خودروی تیره رنگ علامت گذاری می شوند. الگوریتم تشخیص در مواردی که مسیر به طور مورب در تصویر قرار گرفته، خوب عمل نمی کند. به عنوان بهبود کار می توان جهت جاده را در تصویر تخمین زد و تصویر را به میزان لازم چرخاند.

۴- نتیجه گیری

ماهواره ها نسبت به روش های قدیمی جمع آوری تصویر، قادر به تامین حجم بیشتری از داده ها و به دست آوردن اطلاعات در نواحی ای که دستیابی به آن ها مشکل است، هستند. تصاویر ماهواره ای در زمینه های بسیاری کاربرد یافته که یکی از آن ها حمل و نقل است. سیستم های حمل و نقل، امروزه بایستی از چنین داده های سودمندی در جهت ایجاد روش های نوین طرح ریزی و عملیات بهره ببرند. هدف این پروژه، تشخیص بزرگراه ها و خودروها در تصاویر ماهواره ایست.

در این پروژه به منظور تشخیص بزرگراه از روش آستانه گذاری سراسری و بخش بندی استفاده می شود. روشی که برای انتخاب آستانه مناسب پیاده سازی شده، بر اساس تحلیل هیستوگرام تصاویر موجود در پایگاه داده است. پس از آستانه گذاری، جهت بهبود نتیجه، چهار عملگر شکل شناختی به تصویر دودویی اعمال می شود. این روش بزرگراه هائی را که به طور مورب در تصویر قرار دارند، به خوبی تشخیص نمی دهد.

برای تشخیص خودروها بر روی سطح بزرگراه ها و جاده ها، از روش مبتنی بر مدل غیرصریح خودرو و آستانه گذاری و بخش بندی استفاده می شود. پس از اعمال صافی بر روی تصویر، با استفاده از آستانه گذاری اتسو، خودروهای روشن و تیره به طور جداگانه تشخیص داده شده و نهایتاً نتایج ترکیب می شوند. در مواردی که خودروها نزدیک به یکدیگر واقع شده باشند و یا جاده در تصویر مورب باشد، تشخیص با خطا همراه خواهد بود. به عنوان کار آینده، می توان الگوریتم را به نحوی تغییر داد که این موارد را پوشش دهد.

مراجع

- [1] J. Leitloff, S. Hinz, U. Still, "Automatic Vehicle Detection in Satellite Images".
- [2] R. Alba, "Evaluation of the use of high-resolution satellite imagery in transportation applications", University of Minnesota Duluth, March 2004.
- [3] T. Zhao, R. Nevatia, "Car Detection in Low Resolution Aerial Images", Image and Vision Computing, Elsevier, March 2003.
- [4] H. Moon, R. Chellappa, A. Rosenfeld, "Performance analysis of a simple vehicle detection algorithm", Image and Vision Computing 20, pp. 1-13, 2002.
- [5] G. Liu, L. Gong, R.M. Haralick, "Vehicle detection in aerial imagery and performance evaluation, Technical report, University of Washington.
- [6] C. Papageorgiou, T. Poggio, "A trainable system for object detection", Int. J. Computer Vision 38, pp. 15-33, 2005.
- [7] J. R. Jensen, D. J. Cowen, "Remote sensing of urban/suburban infrastructure and socio-economic attributes", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 65, No. 5, pp. 611-622, May 1999.
- [8] L. Coulter, "Deriving current land-use information for metropolitan transportation planning through integration of remotely sensed data and GIS", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 65, No. 11, pp. 1293-1300, November 1999.
- [9] B. McFarland, "Image resolution requirements for metropolitan transportation applications", Proceedings of Pectora 14 –Land Satellite information in the Next Decade III Conference, Denver, CO, December 1999.
- [10] M. Hung, "Urban Land Cover Analysis From Satellite Images", Proceedings of Pecora 15-Land Satellite Information IV/ISPRS Commission I/FIEOS 2002 Conference, Denver Colorado, Nov.10-15, 2002.

[11] Y. Kim, B. Seo, J. Oh, “The effect of the resolution of satellite images on the interpretability and detectability of geographic information”, Proceedings of Pecora 14-Land Satellite Information in the Next Decade, III Conference, Denver Colorado, Dec. 6-9, 2000.

[12] Wikipedia, the on line encyclopedia, <http://en.wikipedia.org>